

البيانات الوصفية لمؤشر أهداف التنمية المستدامة

(Harmonized metadata template - format version 1.0)

0. معلومات المؤشر

0.a. الهدف

الهدف ١٤: حفظ المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام لتحقيق التنمية المستدامة

0.b. الغاية

الغاية ١٤-٣: تقليل تحمض المحيطات إلى أدنى حد ومعالجة آثاره، بجملة وسائل منها تعزيز التعاون العلمي على جميع المستويات

0.c. المؤشر

المؤشر ١٤-٣.١: قياس متوسط الحموضة البحرية في مجموعة متفق عليها من محطات تمثيلية لأخذ العينات

0.d. السلسلة

ER_OAW_MNACD - قياس متوسط الحموضة البحرية في مجموعة متفق عليها من محطات تمثيلية لأخذ العينات [١٤.٣.١]

0.e. تحديث البيانات الوصفية

15 كانون الأول/ديسمبر 2023

0.f. المؤشرات ذات الصلة

١٤-١. أ- زيادة المعارف العلمية، وتطوير قدرات البحث، ونقل التكنولوجيا البحرية، مع مراعاة معايير اللجنة الأوقيانوغرافية الحكومية الدولية ومبادئها التوجيهية المتعلقة بنقل التكنولوجيا البحرية، من أجل تحسين صحة المحيطات، وتعزيز إسهام التنوع البيولوجي البحري في تنمية البلدان النامية، ولا سيما الدول الجزرية الصغيرة النامية وأقل البلدان نمواً.

0.g. المنظمات الدولية المسؤولة عن الرصد العالمي

اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة اليونسكو

1. الإبلاغ عن البيانات

1.A. المنظمة

اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة اليونسكو

2. التعريف والمفاهيم والتصنيفات

2.A. التعريف والمفاهيم

التعريف:

يُعرّف تحمّض المحيطات على أنّه انخفاض الرقم الهيدروجيني في المحيطات على مرّ فترة زمنية تمتدّ عادةً على عقود أو أكثر، ويعود السبب في ذلك بشكل أساسي إلى امتصاص المياه لثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي.1 يعتمد هذا المؤشر على الملاحظات التي تقيّد نظام كربون المحيط والضرورة لوصف تغيّر حموضة المحيطات. ويشير نظام الكربون في هذا السياق بشكل أساسي إلى المعايير الأربعة القابلة للقياس وهي: الرقم الهيدروجيني/ وحدة الحموضة البحرية pH (أي تركيز شوارد الهيدروجين ضمن مقياس لوغاريتمي)، وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب DIC، وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي pCO2، والقلوية الكلية AT. أمّا متوسط تحمّض المحيطات كما يظهر هنا، فهو المتوسط السنوي المتوازن. أمّا المجموعة المتفق عليها من محطات تمثيلية لأخذ العينات، فهي عبارة عن مواقع تجري قياسات بشكل مستمرّ يناسب وصف الاختلافات والاتجاهات في كيمياء الكربونات من أجل تقديم معلومات مهمّة عن تعرّض النظم البحرية لتحمّض المحيطات وآثار ذلك على هذه النظم، وتقدّم كذلك بيانات عالية الجودة إضافةً إلى معلومات وصفية شاملة لكي تتكامل مع البيانات التي تقدّمها المواقع الأخرى في البلد.

1 NOAA. What is ocean acidification? National Ocean Service website

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/acidification.html>, 06/25/18

المفاهيم:

يعود السبب في تحمّض المحيطات إلى زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون المذاب في مياه البحر. يُشار إلى متوسط الحموضة البحرية باستخدام وحدة الحموضة البحرية pH، أي تركيز شوارد الهيدروجين ضمن مقياس لوغاريتمي. وبهدف تقييد كيمياء كربونات مياه البحر، من الضروري قياس اثنين على الأقل من المعايير الأربعة، وهي pH و pCO₂ و DIC (CT) و TA (AT). يُقاس الرقم الهيدروجيني، أي تركيز شوادر الهيدروجين ضمن مقياس لوغاريتمي باستخدام مقياس إجمالي، وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب باستخدام الميكرومول μmol kg⁻¹، وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي باستخدام الرمز ppt أو μatm، والقلوية الكلية باستخدام الميكرومول μmol kg⁻¹.

2.B. وحدة القياس

وحدة الحموضة البحرية على المقياس الكلي و/أو ثاني أكسيد الكربون الجزئي 2 [μatm or ppt]، وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب [μmol kg⁻¹]، والقلوية الكلية [μmol kg⁻¹]

2.c. التصنيفات

أقرت منهجية مؤشر أهداف التنمية المستدامة 14-3-1 من قبل الدول الأعضاء في اللجنة الأولمبية الدولية في الدورة الحادية والخمسين للمجلس التنفيذي للجنة الأولمبية الدولية (IOC / EC-LI / 2 Annex 6 rev). وفي تشرين ثاني/نوفمبر 2018، تمت ترقية مؤشر 14-3-1 إلى المستوى II من قبل فريق العمل المشترك بين الوكالات والخبراء المعني بمؤشرات أهداف التنمية المستدامة والتابع للأمم المتحدة (IAEG-SDGs). تمت الموافقة على المنهجية من قبل المجتمع باعتبارها أفضل ممارسات المحيطات (<http://dx.doi.org/10.25607/OBP-655>)

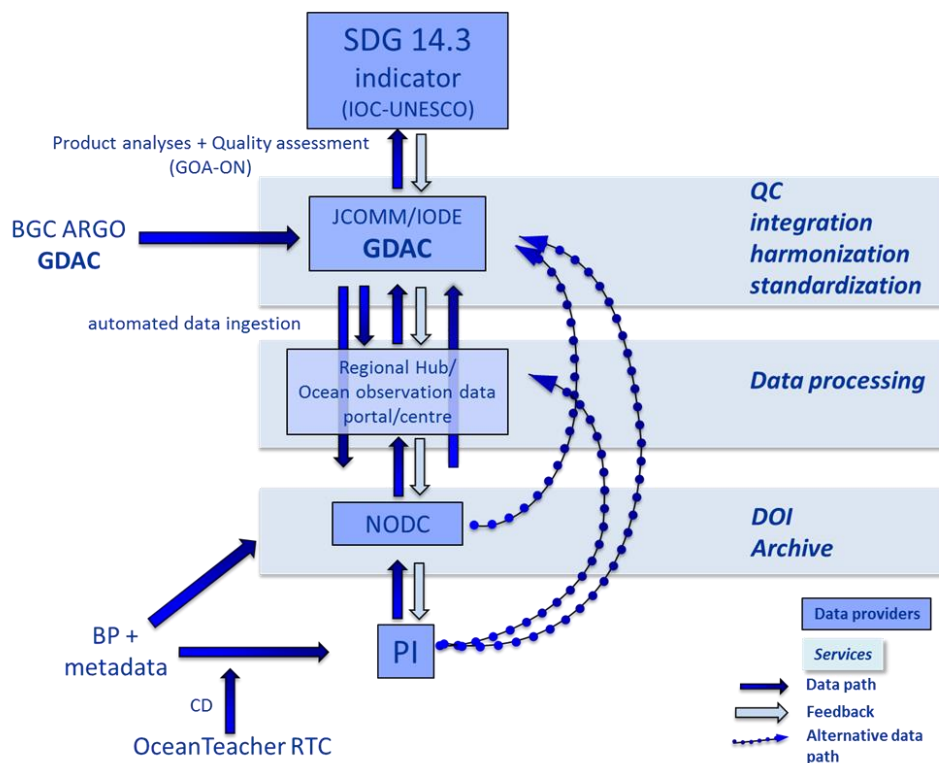
3. نوع مصدر البيانات وطريقة جمع البيانات

3.A. مصادر البيانات

توضّح الوثيقة [IOC-XXIX/2Annex 14](#) عملية جمع البيانات العامة التي تضطلع بها اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات - [IOC-XXIX / 2 الملحق 14](#).

في إطار هذا المؤشر 14-3-1، تتطلب الحدّات في تقييم درجة تحمّض المحيطات على الصعيد العالمي من أمانة اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات أن تجمع البيانات باتباع مسارات مختلفة. تتألف مجموعات البيانات المقبلة من:

- الطلبات المباشرة المقدّمة إلى الأجهزة الإحصائية الوطنية، حيث يتم حالياً إنشاء آليات إبلاغ وطنية جديدة تسمح لها بتقديم المعلومات المطلوبة (بدءاً من جمع البيانات لعام 2021 فصاعداً)
- الطلبات السنوية المقدّمة إلى جهات التنسيق في الأجهزة الإحصائية الوطنية
- التعاون مع المراكز الوطنية للبيانات الأوقيانوغرافية ومراكز البيانات الدولية
- التعاون بشكل مباشر مع الجهات المزودة للبيانات التي تعرض هذه البيانات على بوابة بيانات الشبكة العالمية لرصد تحمّض المحيطات (الرسم التوضيحي رقم 1).



ترجمة الرسم التوضيحي:

SDG 14.3 Indicator (IOC – UNESCO)	المؤشر ١٤-٣ من أهداف التنمية المستدامة (اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لليونسكو)
Product analyses + Quality assessment (GOA-ON)	تحاليل النواتج + تقييم الجودة (الشبكة العالمية لرصد حمض المحيطات)
JCOMM/IODE GDAC	اللجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية/ برنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية المراكز العالمية لجمع البيانات
BGC ARGO GDAC	عَوَامات مشروع "أرغو" البيوكيميائية الحيوية المراكز العالمية لجمع البيانات
Automated data ingestion	استيعاب تلقائي للبيانات
Regional Hub/ Ocean observation data portal/ centre	مركز/بوابة بيانات مراقبة المحيطات
NODC	المركز الوطني للبيانات الأوقيانوغرافية
PI	المحقق الرئيس
BP + metadata	أفضل الممارسات
CD	تنمية القدرات
OceanTeacher RTC	مركز OceanTeacher الإقليمي للتدريب
QC Integration Harmonization Standardization	مراقبة الجودة الإدماج التنسيق توحيد المقاييس
Data processing	معالجة البيانات
DOI Archive	المعرّف الرقمي المحفوظات
Data providers	الجهات المزودة للبيانات
Services	الخدمات
Data path	مسار البيانات
Feedback	الملاحظات
Alternative data path	مسار البيانات البديل

الرسم 1: رسم يوضح عملية جمع البيانات ونشرها المقترحة والمتعلقة بالمساهمات الوطنية للبيانات ذات الصلة بالمؤشر 1.3-1 (SDG): أهداف التنمية المستدامة؛ IOC-UNESCO: اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لليونسكو؛ GOA-ON: الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات؛ JCOMM: اللجنة الفنية المشتركة بين المنظمة العالمية للأرصاد الجوية واللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمعنية بعلوم المحيطات والأرصاد الجوية البحرية؛ WMO: المنظمة العالمية للأرصاد الجوية؛ IODE: برنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية التابع للجنة اليونسكو الدولية الحكومية لعلوم المحيطات؛ GDAC: المراكز العالمية لجمع البيانات؛ BGC ARGO: عوامات مشروع "أرغو" البيوكيميائية الحيوية؛ QC: مراقبة الجودة؛ NODC: المركز الوطني للبيانات الأوقيانوغرافية؛ DOI: المعرف الرقمي؛ BP: أفضل الممارسات؛ CD: تنمية القدرات؛ PI: المحقق الرئيس.

يتم اللجوء أيضاً إلى الجهود العلمية البارزة على الصعيد العالمي (**GO-SHIP**، **SOCAT**، **النظام العالمي لرصد المناخ (GCOS)**) التي تستقبل وتعرض البيانات من مختلف الجهود المبذولة في إطار مراقبة المحيطات و/أو تركّز على جمع القياسات من المياه الدولية، وذلك بهدف الحصول على مجموعات من البيانات المستحدثة سنوياً أو خلال عدّة سنوات التي تمثّل وضع تحمّض المحيطات وتغيّره.

تتم عملية جمع البيانات بالتعاون الوثيق مع مكتب مشاريع اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات لبرنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية في مدينة أوستند البلجيكية، والجهات المزوّدة للبيانات/المحفوظات الوطنية ذات الصلة، وبوابة بيانات الشبكة العالمية لرصد تحمّض المحيطات، وهيئات أخرى مثل قسم الكيمياء البحرية في الشبكة الأوروبية للرصد والبيانات المتعلقة بالبحار (EMODnet).

منذ عام 2019، تدعو اللجنة الأولمبية الدولية جميع مزودي البيانات إلى استخدام بوابة بيانات المؤشر 1.3-1 المنشأة حديثاً (<http://oa.iode.org>). بوابة البيانات الخاصة بالمؤشر 1.3-1 هي أداة لتقديم وجمع والتحقق من صحة وتخزين وتبادل بيانات تحمض المحيطات والبيانات الوصفية المقدمة نحو المؤشر 1.3-1: متوسط الحموضة البحرية (pH) المقاسة في مجموعة متنق عليها من الممثلين محطات أخذ العينات. إلى جانب السماح بالتقديم المباشر للبيانات الوصفية والبيانات، توفر البوابة كذلك النص الكامل لمنهجية المؤشر 1.3-1، ونموذج البيانات، ونموذج البيانات الوصفية وملف تعليمات البيانات الوصفية. منذ عام 2020، يُسهل قسم الأسئلة الشائعة المطور حديثاً توفير بيانات 1.3-1. تقوم اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات بتطوير نظام بيانات موحد لجمع البيانات تلقائياً من قواعد بيانات ومستودعات كربون المحيطات الأخرى ذات الصلة في قاعدة بيانات مؤشر 1.3-1.

بالإضافة إلى ذلك تتميز **بوابة بيانات الشبكة العالمية لرصد تحمّض المحيطات** ببيانات متاحة للاستخدام، إضافةً إلى مخزون أصول ذات صلة بعملية الرصد العالمي. تسمح البوابة بالوصول إلى البيانات من خلال: (1) استعراضها (2) القدرة على تحميلها. قد يحفز الجمع بين عدّة مجموعات بيانات متاحة للاستخدام على إنشاء أنظمة رصد جديدة في المناطق التي لم تؤخذ منها عينات وعلى تعزيز تطبيق سياسات البيانات المتاحة للاستخدام في جميع أنحاء العالم وفقاً لمعايير اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات والمبادئ التوجيهية الخاصة بنقل التكنولوجيا البحرية (2005) في المستقبل.

علاوة على ذلك، يستضيف موقع GPA-ON عدداً من الصفحات المحففة لمنهجية مؤشر أهداف التنمية المستدامة 1.3-1 http://goa-1.3-1.org/sdg_14.3.1/sdg_14.3.1.php.

B.3. طريقة جمع البيانات

يتمثّل النظراء الرسميون بجهات التنسيق التابعة للجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات. وتقوم هذه اللجنة بالتواصل معهم ومع مراكز الوطنية للبيانات الأوقيانوغرافية (NODCs) في البداية لطلب البيانات اللازمة من مراكز الوطنية للبيانات الأوقيانوغرافية المناسبة و/أو العلماء أو الوكالات أو البرامج المناسبة. ويُرسَل طلب تقديم البيانات السنوية مباشرةً إلى الدول الأعضاء من خلال تعاميم صادرة عن اللجنة بهدف الحصول على البيانات والبيانات الوصفية ذات الصلة (أي تعميم رقم 2792 في العام 2019، وتعميم رقم 2815 في العام 2020، وتعميم رقم 2859 في العام 2022). من المقرر أن تساهم التحديثات الجديدة لبوابة بيانات المؤشر 1.3-1 من أهداف التنمية المستدامة وإدراج ميزات جديدة فيها في العام 2022 في تسهيل التعاون مع مراكز بيانات كربون المحيطات الأخرى الموجودة ومنصات البيانات البيوجيوكيميائية.

بالإضافة إلى ذلك، تستفيد اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات من المساهمات المباشرة التي يقدمها العلماء المتخصصون في تحمّض المحيطات لبوابة البيانات الخاصة بالمؤشر 1.3-1 من أهداف التنمية المستدامة، وذلك من خلال الشبكة العالمية لرصد تحمّض المحيطات (GOA-ON).

إنّ جميع المساهمين في عملية جمع البيانات للمؤشر 1.3-1 مدعوون إلى قراءة إجراءات التشغيل الموحدة الواردة في Dickson et al. 2007 وأتباعها. كما يتناول هذا التقرير معلومات حول كيمياء كربون المحيطات، وتقنيات معالجة العينات، وإجراءات ضمان الجودة، واستخدام المواد المرجعية الموثقة وإجراءات التشغيل الموحدة لأخذ عينات منفصلة من وحدة الحموضة البحرية pH، وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي pCO2 والقلوية الكلية TA وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب DIC. إنّ المساهمين في جمع البيانات مدعوون أيضاً على قراءة دليل أفضل الممارسات في أبحاث تحمّض المحيطات وتقديم البيانات الذي يركّز على أفضل الممارسات في التجارب المخبرية،

ويتضمن في الوقت نفسه معلومات أساسية عن كيمياء الكربون (Riebesell et al. 2010). وبالنسبة إلى البيانات الساحلية التي تشهد تنوعاً كبيراً وقد تؤثر فيها مجموعة من العوامل، مثل مدخلات المغذيات والمياه العذبة، يمكن العثور على الإرشادات حول قياس وحدة الحموضة البحرية وكيمياء الكربون هنا (Pimenta and Grear 2018).

يجب على جميع البيانات المقدمة حول المؤشر ١٤-٣-١ أن تتضمن تقديراً حول مدى عدم اليقين في القياس، على أن يرد ذلك في البيانات الوصفية. وتتطلب أجهزة الاستشعار ذاتية التشغيل المخصصة لقياس درجة وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي القيام بالمعايرة والصيانة للتحقق من أداء الأجهزة وتحديد أي عطل قد يحدث لها. ويمكن استخدام تحليل عينات الزجاجة المنفصلة المخصصة لوحدة الحموضة البحرية أو إجمالي الكربون غير العضوي المذاب أو القلوية الكلية التي تُجمع إلى جانب أجهزة الاستشعار لاحتساب وحدة الحموضة البحرية وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي. فضلاً عن ذلك، يجب على جميع مجموعات البيانات المتعلقة بحموضة المحيطات والمقدمة حول المؤشر ١٤-٣-١ أن تتضمن درجة الحرارة ذات الصلة (في الموقع ودرجة حرارة القياس إذا كانت تختلف عن درجة الحرارة في الموقع) وملوحة المياه وضغطها (بحسب عمق العينات المأخوذة). وبالنسبة إلى الإبلاغ عن درجة الحموضة، يجب على جميع هذه الدرجات أن تُحتسب وفقاً للمقياس الإجمالي (Dickson et al. 2007).

3.c. الجدول الزمني لجمع البيانات

يجب الإبلاغ عن مجموعات البيانات الوطنية سنوياً (على الأقل)، وفقاً لطلب الرسائل المعتمدة الصادرة عن اللجنة الأولمبية الدولية. ومع ذلك، فإن الخبراء وجهات التنسيق الوطنية للدول الأعضاء والمراكز الوطنية المعنية بالمخدرات والجريمة مدعوون إلى تقديم البيانات على مدار العام عبر بوابة بيانات هدف التنمية المستدامة ١٤-٣-١. سيتم إرسال الدعوة عبر رسالة دورية سنوية خلال الفصل الثاني من العام.

3.d. الجدول الزمني لنشر البيانات

يتم نشر البيانات في فبراير/شباط من كل عام

3.e. الجهات المزودة للبيانات

تتضمن الوثيقة IOC-XXIX/2Annex 14 عملية جمع البيانات العامة التي أجرتها اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات. في إطار المؤشر ١٤-٣-١، تتطلب الحداثة في تقييم درجة تدهور المحيطات على الصعيد العالمي من أمانة اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات أن تجمع البيانات باتباع مسارات مختلفة. ويشمل ذلك الطلبات المباشرة المقدمة إلى الأجهزة الإحصائية الوطنية، والطلبات السنوية المقدمة إلى جهات التنسيق في الأجهزة الإحصائية الوطنية، والمراكز الوطنية للبيانات الأوقيانوغرافية، ووكالات البيانات التابعة لها في الدول الأعضاء، إضافة إلى مراكز البيانات الدولية والجهات المنفردة المزودة للبيانات.

3.f. الجهات الممّعة للبيانات

اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لليونسكو هي الوكالة الراعية لهذا المؤشر. يتم جمع البيانات وتخزينها بطريقة شفافة وقابلة للتتبع بالتعاون مع برنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية التابع للجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات، الأمر الذي يسمح لتقاسم بيانات تدهور المحيطات. ترحب اللجنة الأولمبية الدولية بمجموعات البيانات التي يمكن مشاركتها بحرية دون قيود (CC0)، مع قيود للاستخدام التجاري (CC BY-NC)، بالإضافة إلى تلك التي تسمح فقط لـ IOC-UNESCO باشتقاق المنتجات المستخدمة لغرض الإبلاغ عن مؤشر أهداف التنمية المستدامة ١٤-٣-١ (<http://oa.iode.org>).

3.g. التفويض المؤسسي

اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات (IOC) التابعة لمنظمة اليونسكو هي المنظمة الراعية للمؤشر ١٤-٣-١، وهي تسعى إلى تعزيز التعاون الدولي وتنسيق البرامج في مجال الأبحاث والخدمات وبناء القدرات، بما يسمح بتعلم المزيد حول طبيعة المحيطات والمناطق الساحلية ومواردها، وتطبيق هذه المعرفة في سبيل تحسين الإدارة، والتنمية المستدامة وحماية البيئة البحرية وعملية صنع القرار التي تضطلع بها الدول الأعضاء. بالإضافة إلى ذلك، ساهمت اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار في الاعتراف باللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات باعتبارها منظمة دولية مختصة في مجالات البحث العلمي البحري (الجزء الثالث عشر من الاتفاقية) وتنمية التكنولوجيا البحرية ونقلها (الجزء الرابع عشر من الاتفاقية). ووفقاً لنظام اللجنة الأساسي، يحق لها أن تعمل أيضاً كآلية متخصصة مشتركة تابعة لمنظمات الأمم المتحدة التي وافقت على اللجوء إلى اللجنة للاضطلاع ببعض مسؤولياتها في مجالات علوم البحار وخدمات المحيطات، وبالتالي

وافقت على الحفاظ على عمل اللجنة. تُعد اللجنة كذلك إحدى المنظمات التي تدعم الشبكة العالمية لرصد تحمّض المحيطات (<http://goa-on.org>)، وهي تستضيف جزءاً واحداً من أمانة الشبكة الموزعة على عدّة بلدان، ما يساهم في تعزيز التعاون العلمي وبناء القدرات في إطار رصد تحمّض المحيطات. وتشجّع الشبكة أعضائها بشكل فعّال على جمع البيانات الوصفية والبيانات ذات الصلة بالمؤشّر ١٤-٣-١ وإعداد التقارير حولها.

4. اعتبارات منهجية أخرى

4.A. الأساس المنطقي

يمتص المحيط حوالي 30 في المائة من الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون البشري المنشأ إلى الغلاف الجوي، ما يساعد على التخفيف من آثار تغير المناخ التي تهدّد كوكب الأرض. غير أنّ ذلك يترتّب عليه كلفة بيئية باهظة الثمن، نظراً إلى أنّ ثاني أكسيد الكربون الذي يمتصّه المحيط يتفاعل مع مياه البحر، ما يؤدي إلى تحوّل في كيمياء الكربونات المذابة، تشمل ارتفاع وحدات الحموضة البحرية في البيئة البحرية (أي انخفاض الرقم الهيدروجيني في مياه البحر). وقد ثبت أنّ التغيّرات المرصودة تسبّب عدداً من ردود الفعل بالنسبة إلى الكائنات العضوية قد تؤثر بدورها في التنوع البيولوجي، وتركيب النظام الإيكولوجي والأمن الغذائي. فعلى سبيل المثال، يقلّل الانخفاض في الكربونات المذابة من قابلية ذوبان معادن الكربونات، بما في ذلك الأراجونيت والكالسيت، وهما النوعان الرئيسيان من كربونات الكالسيوم التي تستخدمها الأنواع البحرية لتبني منها الأصداف والمواد الهيكلية (مثل بناء الشعاب المرجانية وصدفة الرخويات). ويُعد الأراجونيت النوع الأكثر قابلية للذوبان، في حين تُستخدم حالة تشبّع الأراجونيت Ω (أراجونيت)، أي مدى توفر هذه المادة بالنسبة إلى الكائنات العضوية مثل الشعاب المرجانية والمحار لبناء القواقع، إلى جانب وحدة الحموضة البحرية، كمؤشّر للدلالة على تطوّر حالة تحمّض المحيطات. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ ثاني أكسيد الكربون الذائب وتركيز البيكربونات يتمتّعان بالأهمية نفسها بالنسبة إلى بعض الكائنات البحرية الرئيسية. لذلك، من الضروري جداً تقديم تصنيف كامل لنظام الكربونات المتغيّر.

كشفت مراقبة الحموضة البحرية بشكل منتظم في مواقع المحيطات المفتوحة على مدار 20 إلى 30 عاماً عن اتجاه واضح لانخفاض وحدة الحموضة البحرية، كما بيّنت أنّ الظروف الحالية غالباً ما تكون خارج حدود عصر ما قبل الصناعة، في حين تبيّن أنّ اتجاهات المراقبة في المناطق الساحلية يصعب تحديدها بشكل أكبر. ففي بعض المناطق، تتفاقم هذه التغيّرات بسبب ظواهر طبيعية مثل التيار الصاعد (وهي عملية ترتفع خلالها من أعماق البحر إلى سطحه مياه باردة غالباً ما تكون محمّلة بثاني أكسيد الكربون وغنيّة بالمغذيات). بالإضافة إلى ذلك، من الضروري الأخذ في الاعتبار عوامل أخرى أثناء تفسير دوافع تحمّض المحيطات والآثار ذات الصلة، وتشمل هذه العوامل جريان المياه العذبة، وذوبان الجليد، والمغذيات الموجودة، والنشاط البيولوجي، وتغيّر درجة الحرارة، وتذبذب المحيطات الكبيرة التي تؤثر في مستويات ثاني أكسيد الكربون، لا سيما في المياه الساحلية. ويُحتمل أن يُخلف تحمّض المحيطات عواقب مباشرة على الحياة البحرية، تؤثر بدورها في الخدمات التي تسخرها المحيطات والمناطق الساحلية، بما في ذلك الأغذية وسبل العيش والسياحة وحماية السواحل والهوية الثقافية ووسائل النقل والنشاطات الترفيهية. ويمكن تقليل الآثار التي تطال هذه الخدمات جزاء تحمّض المحيطات من خلال رصد مستويات التغيّر بالشكل المناسب وفهمها بشكل أفضل، بما يساعد على توجيه استراتيجيات التخفيف و/أو التكيف.

وعلى الرغم من أنّ هذا المؤشّر يتطلّب من الدول احتساب "معدّل الحموضة" لديها، فإنّ البيانات حول هذا المعدّل من المفترض أن تقدّم معلومات أفضل حول تنوّع القياسات، وهو أكثر أهمية لفهم الآثار التي تطال الحياة البحرية، إذ إنّ الكائنات لا تستجيب "لمعدّل" الظروف، بل للظروف الفعلية. وبالتالي، من الضروري الإبلاغ أقلّه عن النطاق الإجمالي (أي الحد الأدنى والأقصى للتحمّض) إلى جانب المعدّل.

و غالباً ما تراقب البلدان الساحلية جودة المياه على المدى الطويل، وتقدّم معلومات عن تركيز المغذيات في المياه ودرجة الحرارة والملوحة وفي بعض الأوقات حول كيمياء الكربونات. وتقدّم مواقع مراقبة جودة المياه هذه سياقاً تاريخياً حول التباين البيوجيوكيميائي للنظام، وينيغي اعتبارها مواقع مثالية لرصد تحمّض المحيطات. قد يتطلّب الأمر أيضاً إنشاء مواقع إضافية لوصف التباين.

تملك متغيّرات البيانات المرتبطة برصد تحمّض المحيطات (تشمل هذه المتغيرات وحدة الحموضة البحرية وضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي، وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب، والقلوية الكلية) القدرة على تلبية متطلبات البيانات العالمية والوطنية والإقليمية والمحلية، مثل تتبّع النظم الإيكولوجية البحرية ومواقع تربية الأحياء المائية للظروف المسبّبة للتآكل، وتحديد فرص الحد من تعرّض النظام الإيكولوجي والاقتصادي لتحمّض المحيطات. وعلى سبيل المثال، سمحت عملية رصد وحدة الحموضة البحرية وحالة تشبّع الأراجونيت على ساحل المحيط الهادئ في الولايات المتحدة لمزارعي المحار بالتكيف مع الظروف الصعبة خلال التيار الصاعد الذي يؤدي إلى انخفاض وحدة الحموضة البحرية ويهدّد نسل الحيوانات المائية.

4.B. التعليلات والقيود

تم تطوير منهجية هذا المؤشر بدعم تقني من الخبراء في مجال تحمّض المحيطات، وهي تقدّم إرشادات مقبولة ومكيفة عالمياً وأفضل الممارسات التي وضعها العلماء ونشرت في الأدبيات التي قام النظراء بمراجعتها. ونظرًا إلى مدى تعقيد هذا المؤشر، فإن الأسس التقنية اللازمة لضمان القياس الصحيح هي تشكل عائقاً محتملاً. وتوضح منهجية المؤشر كيفية تجنب المشاكل الناتجة عن المقارنة بين البيانات التي كانت تُعدّ إشكالية في الماضي، وأخطاء القياس، وتقدّم نصائح بشأن الإجراءات التقنية والمنهجية الأمثل التي تضمن بيانات عالية الجودة يمكن استخدامها في التقييم العالمي لتحمّض المحيطات. إنّ إضافة البيانات الوصفية إلى منهجية هذا المؤشر أمر في غاية الأهمية من أجل توفير إمكانية تتبع البيانات والحرص على شفافيتها، وذلك من خلال توفير معلومات حول المعدّات الدقيقة والمنهجية المستخدمة، إضافةً إلى تحديد الموقع، والمتغيرات الجيوكيميائية التي تصحبها، والشخص الذي يتولّى عملية القياس.

4.C. طريقة الاحتساب

معلومات تفصيلية في المرفق الأول [IOC/EC-LI/2 Annex 6](#)

يستدعي هذا المؤشر جمع ملاحظات متعددة تُترجم باستخدام نقاط بيانات فردية، بهدف التقاط تغيّر حموضة المحيطات. تُقاس نقاط البيانات الفردية الخاصّة بالرقم الهيدروجيني بشكل مباشر أو يمكن احتسابها استناداً إلى البيانات التي يقدّمها المعياران الأخران اللذان يقيسان التفاعل الكيميائي للكربون، أي القلوية الكلية وإجمالي الكربون غير العضوي المذاب. تتوفر أدوات الحساب التي طوّرها الخبراء في هذا المجال بشكل مجاني، ويتم استخدامها وربطها في المنهجية (<https://oa.iode.org>). يُعرّف متوسط الرقم الهيدروجيني على أنّه المتوسط السنوي المتوازن لنقاط البيانات المتعدّدة في المحطّات التمثيلية لأخذ العينات. ويعتمد العدد الدقيق للعينات ونقاط البيانات على مستوى تغيّر حموضة المحيطات في الموقع التي تُؤخذ منها. يجب أن يجب على الحد الأدنى من العينات أن يكون كافياً لتحديد خصائص الدورة الموسميّة في الموقع المعني. وتقدّم المنهجية إرشادات تفصيلية حول الحد الأدنى من الملاحظات المطلوبة في هذا الإطار. إضافةً إلى قيمة البيانات، يجب الإبلاغ عن الانحراف المعياري والنطاق الإجمالي (الحد الأدنى والحد الأقصى من القيم التي تمّ قياسها)، والبيانات الأساسية المستخدمة التي تسمح بالتتبع والشفافية (معلومات البيانات الوصفية). يجب أن تكون جميع القيم المبلغ عنها قد خضعت لمراقبة الجودة من المستوى الأول من قبل مزود البيانات. وفي حال توفرت بيانات قديمة، فينبغي إصدارها للتمكن من احتساب معدّل التغيير ومقارنة التغييرات الطبيعية والتأثيرات البشرية. يتم قبول البيانات ذات الصلة من عام 2010 فصاعداً.

4.D. التحقق

النظراء مدعوون لتقديم مراجع (بيانات وصفية) للمعلومات المقدمة.

يتم إرسال البيانات المقدمة من قبل الخبراء، الذين ليسوا ممثلين عن NODCs أو الدول الأعضاء في IOC، للمصادقة الوطنية إلى النظراء الرسميين المعيّنين. علاوة على ذلك، تتلقى اللجنة الأولمبية الدولية معلومات تم التحقق منها من قبل الممثلين المحددين من الدول الأعضاء فيها مباشرة، مما يستلزم التحقق اللازم لنشر تقييم مؤشر أهداف التنمية المستدامة 14-3-1.

4.E. التعديلات

توفر ملفات البيانات والبيانات الوصفية للمؤشر 14-3-1 معلومات مفصلة حول البيانات والبيانات الوصفية المطلوبة للإبلاغ. تحتوي ملفات البيانات والبيانات الوصفية على متغيرات إلزامية يجب الإبلاغ عنها ومتغيرات إضافية يتم تضمينها إذا كانت متوفرة. يتم تشجيع مزودو البيانات/الدول الأعضاء على تقديم مجموعات بيانات أولية خاضعة للرقابة من متغيرين يميزان نظام الكربونات: الأس الهيدروجيني أو TA أو DIC أو pCO₂، بالإضافة إلى الموقع الدقيق ودرجة الحرارة والملوحة والضغط الهيدروستاتيكي (عمق أخذ العينات) (انظر مراقبة الجودة). اعتماداً على جودة البيانات، سيتم تعيين فئات مختلفة لمجموعات البيانات المقدمة. بالإضافة إلى ذلك، يتم طلب تركيزات المغذيات الكلية المقابلة، في حالة توافر بيانات النترات والفوسفات والسيليكات (انظر جودة البيانات). علاوة على ذلك، سيتم دعوة مزودو البيانات لتقديم جميع البيانات، بغض النظر عن مكان جمع البيانات داخل عمود المياه؛ ويتم تشجيعهم على توفير البيانات السطحية (≤ 10 م).

F.4. معالجة القيم الناقصة (1) على مستوى البلد و (2) على المستوى الإقليمي

- على مستوى البلد
قد تتم نمذجة بعض القيم المفقودة أو احتسابها في حال توفر منهجيات راسخة (راجع التوصيات الخاصة باحتساب نظام الكربونات في IOC/EC-LI/2 Annex 6).
- على المستويين الإقليمي والعالمي
تُسمح للمجاميع الإقليمية في حال أدلى أكثر من 50 في المائة من الدول الساحلية ببيانات.

G.4. المجاميع الإقليمية

يقدم كل بلد أو مركز وطني للبيانات الأوقيانوغرافية/وحدة بيانات مشتركة لبرنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية² مجموعات من البيانات التي يتم تحديثها سنويًا. تتطلب عمليات التجميع في كل أنحاء المناطق وجود بيانات ذات جودة قابلة للمقارنة داخل مجموعات البيانات، إضافة إلى جميع البيانات الوصفية التي تشمل معلومات حول الموقع. ونظراً إلى تنوع القياسات وكثرة المناطق التي تكون فيها حموضة المحيطات متغيرة إلى حد كبير، يصعب تحديد تجميع متوسطات القياس (المتوسط السنوي المتوازن) في الموائل البحرية الساحلية وأنواع النظم البيئية، لا بل لا تُحدّد هذه العملية.

H.4. المناهج والتوجيهات المتاحة للبلدان بشأن تجميع البيانات على الصعيد الوطني

تقدم منهجية المؤشر ١٤-٣-١ من أهداف التنمية المستدامة المقامة في المستند IOC-XXIX/2 المرفق 14 / IOCIEC-LI 2 المرفق 6 إرشادات حول كيفية جمع القياسات من أجل هذا المؤشر. وتُسلم ملفات البيانات والبيانات الوصفية التي يجب أن تتضمن جميع القياسات ذات الصلة إلى مركز البيانات أو الهيئة المنشئة للبيانات. تتولى مراكز البيانات الوطنية ذات الصلة مثل الأجهزة الإحصائية الوطنية والمراكز الوطنية للبيانات الأوقيانوغرافية جمع هذه البيانات، وتقوم بمشاركتها مع الوكالة الراعية للمؤشر، أي اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لمنظمة اليونسكو.

يتضمن منهجية المؤشر لمحة عامة حول أفضل الممارسات وروابط تتضمن عدة إجراءات تشغيلية موحدة. وتتمثل هذه الإجراءات بأفضل الممارسات التي جمعها الباحث الرائد في هذا المجال وتكون متوفرة مجاًاً. يمكن الوصول إلى قائمة بالمواد ذات الصلة التي تمت الإشارة إليها في قسم منهجية المؤشر عبر الرابط التالي: <http://www.ioccp.org/index.php/documents/standards-and-methods>

يعتبر جمع العينات متبوعاً بتحليلها وفقاً للأساليب والمعايير المدرجة في منهجية مؤشر أهداف التنمية المستدامة ١٤-٣-١ ذات أهمية قصوى لإنتاج البيانات التي يمكن جمعها من أجل المقارنة العالمية لبيانات حمض المحيطات ذات الجودة المعروفة بموجب هذا مؤشر. ويتم توفير إرشادات حول كيفية جمع البيانات وتحليلها وإدارتها في المنهجية والبيانات الوصفية المرتبطة بها وملف تعليمات البيانات الوصفية.

توفر الوثيقة IOC-XXIX / 2 Annex 14، IOC / EC-LI / 2 المرفق 6 مزيداً من الإرشادات بشأن استراتيجيات أخذ العينات وتواتر أخذ العينات والتوصيات لحساب نظام الكربونات وعدم اليقين في القياس.

I.4. إدارة الجودة

وُضعت ثلاث فئات لجودة القياس لأغراض مؤشر أهداف التنمية المستدامة ١٤-٣-١ (مقتبس من Newton et al. 2015).

الفئة الأولى: جودة المناخ

تستخدم جودة المناخ عادةً لتحديد الاتجاهات في المحيط والمياه الساحلية ومياه الجرف القاري، فتساهم في تقديم بيانات حول المواسم من خلال التغيرات التي تحصل بين سنة وأخرى على الصعيد الإقليمي. تتطلب فئة جودة المناخ تقدير التغير الذي يحصل في تركيز أيون الكربونات المذابة في موقع معين مع وجود عدم يقين قياسي بنسبة 1 في المائة. يُحتسب تركيز أيون الكربونات باستخدام معلمين من معلمات نظام الكربونات الأربعة، ويفترض وجود عدم يقين بمقدار 0.003 في وحدة الحموضة البحرية، وبمقدار 2 μmol kg⁻¹ في قياس القلوية الكلية والكربون غير العضوي المذاب، وبنسبة حوالي 0.5 في المائة في ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي. لا يمكن بلوغ هذه الدقة حالياً إلا بالجوء إلى عدد محدود من المختبرات ولا يمكن بلوغها عادةً بالنسبة إلى جميع المعلمات حتى باستخدام أفضل أجهزة الاستشعار الذاتية.

² https://www.iode.org/index.php?option=com_oe&task=viewGroupRecord&groupID=349

الفئة الثانية: جودة الطقس

تُعد فئة جودة الطقس ملائمة لعدد من البيئات الساحلية والقريبة من الشاطئ، لا سيما تلك التي يكون فيها دوران المحيطات محدوداً أو حيث تُفرض معلمات نظام ثاني أكسيد الكربون من خلال عمليات مثل التيار الصاعد أو التلوث أو مصب المياه العذبة التي قد تسبب تغييرات كبيرة. تتطلب فئة جودة الطقس أن يكون لتركيز أيون الكربونات (المستخدم لاحتمال حالة التشبع) نسبة عدم يقين معيارية تبلغ 10 في المائة، ما يفترض وجود عدم يقين في وحدة الحموضة البحرية بحوالي 0.02، وبمقدار $10 \mu\text{mol kg}^{-1}$ في قياس القلوية الكلية والكربون غير العضوي المذاب، وبحوالي 2.5 في المائة في ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي. ويُفترض أن يكون بلوغ هذه الدقة معقولاً بالجوء إلى المختبرات المختصة، كما يمكن بلوغها أيضاً باستخدام أفضل أجهزة الاستشعار الذاتية.

الفئة الثالثة: قياسات الجودة غير المحددة

يُعد قياس وحدة الحموضة البحرية باستخدام الأقطاب الزجاجية من الفئة الثالثة لجودة القياس في إطار المؤشر ١٤-٣-١، نظراً إلى صعوبة استخدام الأقطاب الزجاجية لقياس وحدة الحموضة البحرية في مياه البحر. من المفترض أن تقدم المنهجية المستعرضة هنا معلومات مفيدة للبلدان تساعد على بناء القدرات من أجل قياسات الفئتين الأولى والثانية. فعلى سبيل المثال، قد تساعد الأقطاب الزجاجية لقياس وحدة الحموضة البحرية والمعايرة بدقة في تحديد النقاط الساحلية لتحمض المحيطات وتساعد في إعادة ترتيب الأولويات في ما يتعلق بخطط المراقبة المستقبلية. في الملخص السنوي لنواتج المؤشر ١٤-٣-١، تُقدم مواقع قياس الفئة الثالثة بوصفها مواقع لجمع البيانات فقط، ولا يتم عرض أي قيم للبيانات.

تُصاح جميع البلدان التي تشارك في تقديم بيانات حول المؤشر ١٤-٣-١ باعتماد جودة القياس من الفئة الأولى أو الثانية. وتقدم منظمات مختلفة مجموعة متنوعة من الأنشطة التي تهدف إلى تنمية قدرات الدول الأعضاء في هذا الصدد (لمزيد من المعلومات، يُرجى زيارة الروابط التالية: <http://www.ioc-cd.org/index.php> ; <http://ioccp.org> ; www.iaea.org/ocean-acidification ; <http://www.whoi.edu/courses/OCB-OA/>)

4. ضمان الجودة

تم تطوير عمليات مراقبة جودة البيانات والتحقق منها بالتشاور الوثيق مع الخبراء في مجال تحمض المحيطات، بمن فيهم أعضاء الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات وخبراء إدارة البيانات، مثل خبراء برنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية. تُعد مراقبة جودة البيانات عنصراً أساسياً في تحليل البيانات وتقديمها ومعالجتها. ويتولى العلماء والفنيون الذين قاموا بجمع البيانات المقدمة مسؤولية مراقبة الجودة الأولية للبيانات والبيانات الوصفية التي تصحبها. ينبغي لهذه البيانات الوصفية أن توضح أيضاً الإجراءات التشغيلية الموحدة لمراقبة الجودة الخاصة بكل معيار. تشمل عملية مراقبة الجودة الأولية:

- مراقبة الجودة المرفقة بالمنهجية (تتوفر CRMs ومعايرة مخزن مؤقت وإجراءات تشغيلية موحدة)
- مراقبة وضمان جودة البيانات الفعلية (يتم توفير إجراءات تشغيلية موحدة) واستخدام علامات الجودة المتفق عليها ضمن المجتمع
- تحديد القيم الاستثنائية ووضع علامة عليها
- اتخاذ قرارات بشأن صحة تلك القيم الاستثنائية
- تقدير أوجه الشك في القياس
- تحديد جميع مصادر الشكوك الموجودة في القياسات،
- تجميع مصادر الشكوك الفردية ضمن مجموعة واحدة (انتشار الخطأ).

عملية مراقبة الجودة الثانية

- الحرص على تنسيق البيانات والتأكد من اكتمال البيانات الوصفية،
- مراقبة/تدقيق الجودة الخارجية – تتولى شركة Expert QC Group التي تتبع مستويات الطقس والمناخ على النحو الذي تحدده الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات (باتباع مثال مشروع أطلس ثاني أكسيد الكربون على سطح المحيطات)
- تقديم ملاحظات لأصحاب البيانات.

4.k. تقييم الجودة

وبحسب عملية تقييم مراقبة الجودة الموضحة أعلاه في 4.i و 4.j، تقوم بإسناد ثلاث فئات لجودة القياس:

1. جودة المناخ الأوقيانوغرافية الراسخة (الفئة الأولى)
2. بيانات نوعية حول الطقس، بما في ذلك البيانات التي تقدمها أجهزة الاستشعار وبناء القدرات قياسات الرقم الهيدروجيني والقلوية المبسطة، مع تقييم درجة عدم اليقين بالشكل المناسب (الفئة الثانية)

3. قياسات الجودة غير المحددة (الفئة الثالثة) لا يتم عرضها عند استعراض المتوسط السنوي المتوازن والتفاوتات الموجودة في الرقم الهيدروجيني).

5. توافر البيانات والتفصيل

توافر البيانات:

زيادة توافر البيانات الوصفية والبيانات بشكل مستمر. في أوائل عام 2021، تم توفير بيانات مؤشر ١٤-٣-١ من قواعد بيانات وطنية ومختلفة مباشرة عبر بوابة بيانات المؤشر ١٤-٣-١ (<http://oa.iode.org>)

من أجل سد فجوات البيانات الموجودة إلى أ) قياس تحمض المحيطات و ب) الإبلاغ عن مؤشر ١٤-٣-١ والبيانات الوصفية، تجري اللجنة الأولمبية الدولية، مع الشركاء، تدريبات وندوات عبر الإنترنت. ستكون دورة تحمض المحيطات الجديدة عبر الإنترنت متاحة خلال الفصل الأول من عام 2021 (<https://classroom.oceanteacher.org/tag/index.php?tc=1&tag=Ocean%20acidification>) يتم الإعلان عن التدريبات السابقة والمستقبلية على Ocean Expert (<https://oceanexpert.org/events/calendar>) وموقع GOA-ON (<http://goa-on.org/news/news.php>)

التفصيل:

تقدم البلدان مجموعات بيانات كاملة مع ملفات البيانات الوصفية والبيانات الخاصة بكل موقع.

6. المقارنة/الانحراف عن المعايير الدولية

بما أن هذا المؤشر يأخذ في الاعتبار البيانات التي تقدمها الدول الأعضاء، فما من تفاوت بين التقديرات ومجموعات البيانات المقدمة. في السابق، كان التفاوت بين البلدان من حيث قياس الرقم الهيدروجيني وبيانات تحمض المحيطات الأخرى يُعزى بشكل رئيسي إلى الصعوبات التقنية والافتقار إلى مبادئ توجيهية شاملة لأفضل الممارسات المتعلقة بالقياس. أما المنهجية الحالية والمبادئ التوجيهية الواردة فيها فتقدم تعليمات تفصيلية حول قياس البيانات وجمعها ومعالجتها ومراقبة الجودة بما يمكن البلدان من تجنب أوجه التفاوت في المستقبل.

7. المراجع والوثائق

الروابط الأساسية:

http://www.ioc-unesco.org/	اللجنة الدولية الحكومية لعلوم المحيطات التابعة لليونسكو
https://www.iode.org/	برنامج التبادل الدولي للبيانات والمعلومات الأوقيانوغرافية
http://goa-on.org/	الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات
http://portal.goa-on.org/	بوابة بيانات الشبكة العالمية لرصد تحمض المحيطات
http://ioc-option=com_oe&task=vunesco.org/index.phpiewDocumentRecord&docID=21938	الوثيقة IOC-XXIX/2Annex 14
http://www.ioc-option=com_oe&task=vunesco.org/index.phpiewDocumentRecord&docID=19589	الوثيقة IOC-XXIX/2Annex 14

المراجع:

Dickson, A.G., Sabine, C.L. and Christian, J.R. (Eds.) (2007) *Guide to best practices for ocean CO₂ measurements*. PICES Special Publication 3, 191 pp.

Feely, R. A., Byrne, R. H., Acker, J. G., Betzer, P. R., Chen, C. T. A., Gendron, J. F., & Lamb, M. F. (1988). Winter-summer variations of calcite and aragonite saturation in the northeast Pacific. *Marine Chemistry*, 25(3), 227-241.

Intergovernmental Oceanographic Commission. *IOC Criteria and Guidelines on the Transfer of Marine Technology (CGTMT)/ Critères et principes directeurs de la COI concernant le Transfert de Techniques Marines (CPTTM)*. Paris, UNESCO, 2005. 68pp. (IOC Information document, 1203)

McLaughlin, K., Weisberg, S.B., Dickson, A.G., Hofmann, G.E., Newton, J.A., Aseltine-Neilson, D., Barton, A., Cudd, S., Feely, R.A., R.A. Jefferds, R.A., Jewett, E.B., King, T., Langdon, C.J., McAfee, S., Pleschner-Steele, D. and Steele, B. (2015) Core principles of the California Current Acidification Network: Linking chemistry, physics, and ecological effects. *Oceanography* 28(2):160–169, <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.2015.39>.

Newton J. A., Feeley, R. A., Jewett, E. B., Williamson, P. and Mathis, J. (2015) *Global Ocean Acidification Observing Network: Requirements and Governance Plan (2nd edition)*

Pimenta, A.R. and Grear, J.S. (2018) EPA Guidelines for Measuring Changes in Seawater pH and Associated Carbonate Chemistry in Coastal Environments of the Eastern United States. Office of Research and Development, National Health and Environmental Effects Research Laboratory. EPA/600/R-17/483

Riebesell U., Fabry V. J., Hansson L. & Gattuso J.-P. (Eds.) (2011) *Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting*. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 258pp. (EUR 24872 EN).

Tilbrook, B., Jewett, E.B., DeGrandpre, M.D., Hernandez-Ayon, J.M., Feely, R.A., Gledhill, D.K., Hansson, L., Isensee, K., Kurz, M.L., Newton, J.A. and Siedlecki, S.A., 2019. An enhanced ocean acidification observing network: from people to technology to data synthesis and information exchange. *Frontiers in Marine Science*, 6, p.337.